

# Rohrroboter zur Prüfung erdverlegter Gas- und Benzinrohrleitungen

## SLOFEC- Wirbelstromprüfroboter mit Gas- Warnsensor ermittelt Rohrzustand von Erdgas- und Benzinrohrleitungen in den USA

Atlanta Gas Light Company (AGL) mit Hauptsitz in Atlanta (Georgia) ist das größte Erdgasversorgungsunternehmen im Südosten der USA. Es versorgt über sein umfangreiches Pipelinetz insgesamt 4,5 Mio Haushalte mit Erdgas.

Colonial Pipeline liefert täglich ca. 30 Millionen Liter an Diesel, Benzin und anderen Ölprodukten durch den Südosten der USA. Das Pipelinetz hierfür ist insgesamt rund 10.000 km lang. Beide Unternehmen sind somit sehr wichtige Eckpunkte für die Versorgungssicherheit der USA mit Öl und Gas.

Zur Sicherstellung der Pipelineinfrastruktur der beiden Unternehmen wurde die Wandstärke verschiedener Pipelineabschnitte an besonders kritischen Stellen im Bereich von Tanklagern oder auch Straßen- bzw. Flussdurchführungen ermittelt.

Die erdverlegten Rohrleitungen im Durchmesserbereich von 24 bis 30 Zoll wurden mit Hilfe des SLOFEC-Prüfverfahrens in Zusammenarbeit mit GE Inspection Services und der Kontrolltechnik GmbH bezüglich eventueller Korrosionsbereiche überprüft.

Hierbei wurde ein SLOFEC Prüfroboter eingesetzt, der entleerte Teilbereiche mit 90-Grad-Bögen und 30 Grad schrägen Pipelinebereichen auf einer Länge von bis zu 200 Metern prüfte. Der Prüfroboter wurde durch ausge-



baute Armaturen unter teils sehr engen Platzbedingungen in die Rohrleitung eingesetzt und prüfte den jeweiligen Rohrabschnitt im ungereinigten Zustand. Weil in den Gas- bzw. Benzinrohrleitungen eine explosive Atmos-

phäre herrschen kann, wurden die Rohrleitungen während der Prüfung ständig mit Stickstoff gespült und am Prüfroboter selbst zusätzlich ein Sauerstoffsensoren angebracht. Der schaltet bei einem zu hohen Sauerstoffgehalt inner-

halb der Rohrleitung den Roboter automatisch ab, um eventuellen Explosionsgefahren vorzubeugen. Somit konnten auch diese kritischen Rohrleitungsbereiche sicher geprüft werden.

## Pipe robots for inspecting underground gas and petroleum pipelines

### SLOFEC eddy current inspection robot with gas warning sensor determines the pipe condition of natural gas and petroleum pipelines in the USA

Atlanta Gas Light Company (AGL) with head offices in Atlanta (Georgia) is the largest natural gas supply company in the southeast of the USA. Via its extensive pipeline network it supplies a

total of 4.5 million households with natural gas. Every day Colonial Pipeline delivers approximately 30 million litres of diesel, petrol and other oil products throughout the southeast of the USA.

The pipeline network for this is around 10,000 km in length. Both companies are therefore very important cornerstones in assuring that the USA is supplied with oil and gas.

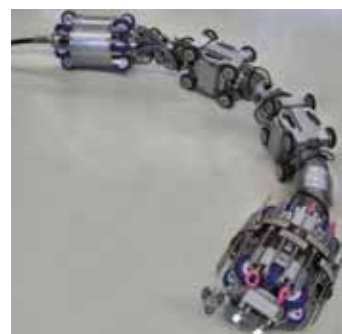
To guarantee the pipeline infrastructure of the two companies the wall thickness of various pipeline sections at particularly critical points in the region of tank stores or also road or river passages was determined.

The underground pipelines with a diameter range of 24 to 30 inches were checked for any areas of corrosion using the SLOFEC testing procedure in collaboration

with GE Inspection Services and Kontrolltechnik GmbH.

For this a SLOFEC inspection robot was deployed which examined emptied partial sections with 90 degree bends and pipeline sections inclined at 30 degrees over a length of up to 200 metres. The inspection robot was introduced into the pipeline through valves in sometimes very constricted spatial conditions and inspected

each of the pipe sections in uncleaned condition.



As an explosive atmosphere can prevail in gas and petroleum pipelines, the pipe sections were constantly flushed with nitrogen during the inspection and an oxygen sensor was fitted to the inspection robot itself. It automatically switches the robot off if the oxygen content in the pipeline is too high in order to prevent any risk of explosion. In this way even these critical pipeline sections could be safely checked.

## Acht Schleif- und Absaugroboter für China

**INSPECTOR SYSTEMS sorgt für Qualitätsverbesserung der sicherheitsrelevanten Rohrleitungssysteme in den Chinesischen Kernkraftwerken Taishan 1 und 2**

Am Standort Taishan in der südchinesischen Provinz Guangdong werden zur Zeit zwei neue Kernkraftwerksblöcke vom Typ EPR (European Pressurized Reactor) gebaut. Der EPR ist der zurzeit weltweit leistungsstärkste Reaktortyp und hat eine Nennleistung von 1750 MW.

Im Zuge der beiden Kernkraftwerksneubauten erhielt INSPECTOR SYSTEMS 2012 von der Taishan Nuclear Power Joint Venture Company (TNPJVC) den Auftrag insgesamt acht Schleif- und Absaugroboter zu liefern. Die TNPJVC, die zu 30 Prozent dem französischen Stromkonzern Électricité de France (EDF) und zu 70 Prozent der chinesischen China Guangdong Nuclear Power Group (CGNPC) gehört, war von den bisherigen durchgeführten Arbeiten von INSPECTOR SYSTEMS bei baugleichen Kernkraftwerksneubauten so überzeugt, dass die gemeinsame Arbeit bei diesem Projekt fortgesetzt werden sollte.

Die verschiedenen Schleif- und Absaugroboter wurden speziell dafür konzipiert, sämtliche sicherheitsrelevante Schweißnähte des Rohrleitungssystems im Primärkreislauf von innen zu beschleifen und anschließend vom Schleifstaub zu befreien. Durch das gezielte



Beschleifen der innenliegenden Schweißwurzeln wird die Qualität der Rohrleitung erhöht und das Prüfen der Schweißnähte bei wiederkehrenden Prüfungen enorm erleichtert. Insgesamt handelt es sich um ca. 600 Schweißnähte in beiden Reaktorblöcken, welche während der Rohrleitungsmontage zu bearbeiten sind.

Die zu bearbeitenden Rohre in diesem Rohrleitungssystem haben einen Innendurchmesser von 86

mm bis ca. 440 mm. Um diesen Durchmesserbereich abzudecken liefert INSPECTOR SYSTEMS vier spezielle Schleifroboter und vier Absaugeinheiten. Bei der Entwicklung dieser Schleifroboter war die jahrelange Fachkompetenz von INSPECTOR SYSTEMS gefragt. Gerade in diesem sensiblen Kreislauf müssen die Schweißnähte den hohen Anforderungen an Genauigkeit und Rauheit der Innenoberfläche entsprechen.

Eine besondere Herausforderung bestand in der Konstruktion des kleinsten je von INSPECTOR SYSTEMS entwickelten Schleifroboters. Dabei war vor allem die Kombination aus benötigter Leistung und geringer Größe eine nur schwer zu realisierende Aufgabe. Eigens für diese Aufgabe wurde ein neuer Schleifmotor entwickelt. Dieser Roboter wird in den DN100 Rohrleitungsabschnitten eingesetzt, welche einen Innendurchmesser von 86 mm haben. Diesen Schleifroboter wie auch alle weiteren Typen zeichnet aus, dass man mit ihm Bögen und vertikale Rohrleitungsabschnitte durchfahren kann.

Auch für den Schleifroboter, welcher in den DN150 bis DN200 Rohrleitungsabschnitten zum Einsatz kommt, konnte aufgrund der engen Platzverhältnisse nicht der Standardschleifmotor eingesetzt werden. Somit war es notwendig, auch für diesen Durchmesserbereich einen neuen Schleifmotor zu entwickeln. Gleichzeitig wurde eine platzsparende Motorzustellung für diesen Roboter realisiert.

Der Schleifroboter für den Durchmesserbereich von DN250 bis DN350 ist mit einer mechanisch verstellbaren Motorzustellung ausgestattet um den großen Durch-

messerbereich zu überbrücken. Hinzu kommen die bewährte Konstruktion mit leistungsstarken Schleifmotor sowie ein bogen- und steigfähiges Design der Roboter.

Die besondere Schwierigkeit bei der Entwicklung des Schleifroboters für die DN 500 Rohrleitungsabschnitte bestand darin, dass der Roboter durch eine Armatur eingesetzt werden muss. Die engste Stelle der Armatur hat einen Durchmesser von nur ca. 300 mm und das zu bearbeitende Rohr einen Innendurchmesser von ca. 440 mm. Dieser Durchmesserunterschied erforderte eine Schleifroboterkonstruktion mit variablen Teleskopzylindern für die Spann-/Zentriereinheit und eine stabile zwei-stufige Motorzustellung.

Die Absaugeinheiten basieren auf dem gleichen Prinzip wie die Schleifroboter. Der Absaugschlauch ist mit einer motorischen Radialzustellung verbunden. Diese wiederum ist auf einer Rotationseinheit montiert, so dass es möglich ist, jeden Punkt im Rohr gezielt anzufahren und abzusaugen. Die Absaugeinheiten decken ebenfalls einen Durchmesserbereich von 86 mm bis ca. 440 mm ab.

Zwei der vier Schleifroboter und zwei von vier Absaugungen wurden bereits zum Jahreswechsel geliefert und in Betrieb genommen. Die Lieferung der restlichen Roboter ist für Mitte diesen Jahres geplant.



## Eight grinding and suction robots for China

**INSPECTOR SYSTEMS is ensuring improvements in the quality of the safety-relevant pipeline systems at the Chinese nuclear power stations Taishan 1 and 2**

At the Taishan site in the southern Chinese province of Guangdong two new EPR (European Pressurized Reactor) type nuclear power station blocks are currently under construction. At present the EPR is the world's most powerful type of reactor and has a nominal output of 1750 MW.

In 2012, as part of the two new nuclear power station structures INSPECTOR SYSTEMS was awarded the contract by the Taishan Nuclear Power Joint Venture Company (TNPJVC) to supply a total of eight grinding and suction robots. The TNPJVC, 30 percent of which is owned by the French power company Électricité de France (EDF) and 70 percent by the Chinese China Guangdong Nuclear Power Group (CGNPC) was so impressed by the work hitherto carried out by INSPECTOR SYSTEMS in identical new nuclear power station buildings that the collaboration is to be continued in this project.

The various grinding and suction robots have been specially designed to internally grind all safety-relevant welding seams in the pipeline system of the primary circulation and then eliminate the grinding dust. Through the target-

ed grinding of the internal welding roots the quality of the pipeline is increased and the checking of the welding seams in recurring inspections is facilitated enormously. In total this involves approximately 600 welding seams in both reactor blocks to be processed during the pipeline assembly.

The pipes to be worked on in this pipeline system have an internal diameter of 86 mm to approximately 440 mm. In order to cover this diameter range INSPECTOR SYSTEMS is supplying four special grinding robots and four suction units. INSPECTOR SYSTEMS' many years of specialist competence were in demand during the developing of these grinding robots. In this sensitive circulation in particular the welding seams must meet the high standards required in terms of precision and roughness of the internal surface.

A special challenge was the design of the smallest grinding robot ever developed by INSPECTOR SYSTEMS, whereby above all the combination of required performance and small size could only be achieved with difficulty. A new grinding robot was designed specifically for this task. This robot is used in DN100 pipeline sections which have an internal diameter of 86 mm. Characteristic of this grinding robot, like all the other types, is that it can be used to travel through bends and vertical pipeline sections.

With regard to the grinding robot used in DN150 to DN200 pipeline sections, due to the constricted spatial conditions the standard grinding motor could also not be deployed. It was therefore necessa-

ry to develop a new grinding robot for this diameter range. At the same time a space-saving motor was produced for this robot.

The grinding robot for the diameter range from DN250 to DN350 is equipped with a mechanically adjustable motor in order to cover the large diameter range. In addition it has the tried-and-tested structure, with a powerful grinding motor and is designed to traverse bends and to climb.

The particular difficulty in developing the grinding robot for the DN500 pipeline sections was that the robot has to be inserted through a valve. The narrowest point of the valve only has a diameter of approximately 300 mm and the pipeline to be worked on an internal diameter of approximately 440 mm. This difference in diameter required a grinding robot design with variable telescopic cylinders for the clamping/centring unit and a stable two-stage motor.

The suction units are based on the same principle as the grinding robots. The suction tube is connected to a radial motor. This in turn is mounted on a rotation unit so that it is possible to specifically approach and provide suction at any point in the pipe. The suction units also cover a diameter range from, 86 mm to approximately 440 mm.

Two of the four grinding robots and two of the four suction units had already been delivered and brought into operation by the turn of the year. The delivery of the remaining robots is planned for the middle of this year.

# Pilotprojekt in New Yorks „Unterwelt“

## Prüfroboter detektiert Leckagen in gusseisernen Druckrohrleitungen

Das New York City Department of Environmental Protection (NYCDEP) verwaltet die Wasserversorgung der Stadt. Eine ihrer Aufgaben ist die Verteilung von mehr als 1,1 Milliarden US-Gallonen (4.200.000 m<sup>3</sup>) Wasser pro Tag auf mehr als neun Millionen Einwohner im gesamten Bundesstaat New York. Genutzt wird für diese tagtägliche Mammutaufgabe ein komplexes Netzwerk von 19 Stauseen, drei kontrollierten Seen und 6.200 Meilen (10.000 km) von Wasserleitungen, Tunneln und Aquädukten.

Des Weiteren ist DEP auch verantwortlich für die Verwaltung des städtischen Mischwasser-Kanalsystems, durch das sowohl Regenwasser als auch Abwasser fließt, sowie für 14 Kläranlagen im gesamten Stadtgebiet von New York.

Gigantische Ausmaße in einer gigantischen Stadt. Im Auftrag des Department of Environmental Protection (DEP) in Zusammenarbeit mit dem City College of New York sind die Projektleiter dieser beiden Gesellschaften erstmals 2006 an INSPECTOR SYSTEMS herantreten. Die Aufgabenstellung war klar definiert: es galt einen Inspektionsroboter zu wählen, der die Hauptabwasserleitungen, sogenannte Force Mains, in New York City inspiziert und auf mögliche negative Veränderungen der Wandstärken hin prüfen kann.

Die Force Main Leitungen sind unterirdische Druckrohrleitungen.



Diese pumpen im ganzen Stadtgebiet von New York Abwasser von einem unterirdischen Abwasserreservoir auf ein höheres Niveau, damit das Abwasser dann über weitere Kanäle seinen Weg bis hin zur Kläranlage nehmen kann. Die Force Main Rohrleitungen bestehen hauptsächlich aus Gusseisen und sind teilweise über 100 Jahre alt.

Die alten Rohrleitungen offenbarten immer öfter Leckagen aus denen dann Abwasser in das

Erdreich oder auf die Straßen oberhalb der Leitungen austrat. Bei der Erneuerung dieser Leitungen wurde festgestellt, dass einige der ausgebauten Teilstücke der Force Main im unteren Bereich der Leitung durch Auswaschung und Korrosion geschädigt waren. Daraufhin entschloss sich DEP während eines Pilotprojektes zur Prüfung verschiedener Rohrleitungen.

Hierfür wurde im Rahmen einer weltweiten Technologiestudie ein Prüfroboter von INSPECTOR

SYSTEMS ausgewählt, der in Verbindung mit einer SLOFEC-Wirbelstromprüfeinheit von Kontrolltechnik in der Lage ist die gusseisernen Rohre auf Korrosionsstellen hin zu überprüfen.

Die SLOFEC™ Inspektionstechnik verwendet die Wirbelstromtechnik in Kombination mit einem magnetischen Feld. Durch überlagerte DC-Magnetisierung wird die Eindringtiefe derart erhöht, dass Korrosion (Metallverlust) an der Innenseite und auch an der Außenseite detektiert werden kann. Die Technik ist eine Prüfmethode zur Detektion von Korrosion an der Innen- und Außenseite in dickwandigen Rohren und liefert auch bei gusseisernen Materialien verlässliche Prüfergebnisse.

Bei der geprüften Rohrleitung handelte es sich um eine Force Main mit einer Länge von rund 150 Metern und einem Durchmesser von 24 Zoll. Die Force Main war unter einer vierspurigen Straße im Stadtteil von Queens erdverlegt. Die Schwierigkeit bei dieser Inspektion bestand neben der Prüfung von gusseisernem Material vor allem darin, dass man gezwungen war, den kompletten Prüfroboter durch eine enge Kanalöffnung in der Straße in die Force Main Kammer einzusetzen. Von dort aus musste der dann in einem engen Radius in das zu prüfende Teilstück gelangen. Diese Bedingungen konnten nur durch die flexible Bauweise des Prüfroboters mit verschiedenen Antriebselementen und Faltenbälgen gemeistert werden.

# Pilot project in New York's "underworld"

## Inspection robot detects leaks in cast iron pressurised pipelines



The New York City Department of Environmental Protection (NYCDEP) administers the city's water supply. One of its tasks is to distribute more than 1.1 billion US gallons (4,200,000 m<sup>3</sup>) of water per day to nine million inhabitants in the entire state of New York. For this mammoth daily task a complex network of 19 reservoirs, three controlled lakes and 6200 miles (10,000 km) of water pipelines, tunnels and aqueducts are used.

The DEP is also responsible for administering the municipal mixed water sewerage system through which both rainwater and waste water flow, as well as for 14 sewage treatment plants in the entire city area of New York.

Gigantic dimensions in a gigantic city. On behalf of the Department of Environmental Protection (DEP) in collaboration with the City College of New York the project leaders of these two companies first approached INSPECTOR

SYSTEMS in 2006. The task at hand was clearly defined: it was a question of selecting an inspection robot that can inspect the main water pipelines, known as force mains, in New York City and check for any possible negative changes in the wall thickness.

The force main pipelines are underground pressurised pipelines. In the entire city area of New York they pump waste water from an underground waste water reservoir to a higher level so that the waste water can make its way via further drains to the treatment plant. The force main pipelines are predominantly made of cast iron and are over 100 years old in places.

The old pipelines were increasingly exhibiting leaks from which waste water escaped into the ground or on the streets above the pipelines. On renewing these pipelines it was found that some of the removed partial sections of the force main in the lower area of the pipeline



had been damaged by washing out the inside and outside of thick-walled pipes and also provides reliable test results in the case of cast iron materials.

For this, within the context of a worldwide technology study an INSPECTOR SYSTEMS inspection robot was selected which in conjunction with a SLOFEC eddy current testing unit by Kontrolltechnik is able to check the cast iron pipes for areas of corrosion.

The SLOFEC™ inspection technology uses the eddy current technique in combination with a magnetic field. Through superimposed DC magnetisation the penetration depth increased in such a way that corrosion (metal loss) can be detected both on the inside and on the exterior. This is a test method for detecting corrosion on

The checked pipeline involves a force main with a length of around 150 metres and a diameter of 24 inches. The force main was laid underground beneath a four-lane road in the suburb of Queens. In addition to the checking of cast iron material, the main difficulty in the case of this inspection was that the entire inspection robot had to be introduced into the force main chamber through a narrow drain opening in the street. From there it had to reach the section to be tested via a narrow radius. These conditions could only be overcome through the flexible design of the inspection robot with its various drive elements and bellows.

# Vier einzigartige Teststrecken in Rödermark

## Vielfältige Prüfungssimulationen und Roboterifizierungen sind nun vor Ort möglich

Nachgefragt wurde von Kunden, Prüf-, Bearbeitungs- und Inspektionsroboter vor Ort bei INSPECTOR SYSTEMS anschauen und testen zu können. Nun sind im hessischen Rödermark sicherlich die ersten vier Teststrecken dieser Art in Betrieb genommen worden.

Hierfür wurden insgesamt vier Rohrleitungssysteme konstruiert und installiert, mit denen alle geforderten Anforderungen bei der Endabnahme zusammen mit dem Kunden getestet werden können. Der erhält dabei die Bestätigung über die komplette Funktionstüchtigkeit der Roboter.

Je nach Robotertyp gibt es die Anforderung, dass der Rohrroboter sowohl durch ein trockenes, ein halb oder komplett mit Wasser gefülltes Rohr fahren kann. Also wurden Anschlüsse an den einzelnen Rohrleitungen installiert, so dass die kleinste 6-Zoll-Rohrleitung, aber auch die größte 30-Zoll-Rohrleitung mit Wasser

gefüllt und befahren werden kann. Auch das Durchfahren von 90-Grad-Bögen mit einem Biegeradius von 1.5D kann gezeigt werden, denn in jeder Leitung sind mindestens drei bis maximal sechs der geforderten Bögen eingebaut.

Ein Kriterium für verschiedene Prüfroboter ist, dass sie 30° steigend oder 30° abfallende Rohrleitungen befahren können. Auch für dieses Kriterium ist die ca. 30 Meter lange Teststrecke ausgelegt.

Für das Befahren von vertikalen Rohrleitungsabschnitten hat INSPECTOR SYSTEMS diese Leitungen über vorhandene Garagenanlagen laufen lassen und durch eine Wanddurchführung in die 2011 neu gebaute Werkshalle geführt, so dass man die Rohrroboter direkt aus der Halle auf die etwa 60 m lange Testfahrt schicken kann. Flanschelemente und T-Stücke wurden an verschiedenen Stellen eingebaut, um das Einsetzen der Rohrroboter unter engsten Platzbedingungen zu verifizieren.

Um die verschiedenen Prüftechniken der Rohrroboter zu testen ist es weiterhin nötig, über einen Rohrabschnitt verfügen zu können, in dem verschiedene definierte Fehlstellen vorhanden sind. In jeden Leitungsdurchmesser wurde dafür ein austauschbares Teilstück mit dokumentierten Fehlstellen eingebaut.

Fazit: eine eindrucksvolle Teststrecke, die allen Anforderungen der Kunden, auch für zukünftige Projekte, simulieren kann.



## Four unique test routes in Rödermark

### Diverse inspection simulations and robot verifications are now possible on site

Customers have been asking to be able to watch and test grinding and inspection robots on site at INSPECTOR SYSTEMS. Now the first four tests routes of this type have been brought into operation in Rödermark, Hessen.

For this a total of four pipeline systems were designed and installed with which all the demanded requirements can be tested together with the customer at the time of final acceptance. The complete functional reliability of the robots is then confirmed to the customer.

Depending on the type of robot, one of the requirements is that the pipe robot can travel through a dry, partially or fully water-filled pipe. Connections were therefore installed on the individual pipelines so that the smallest 6-inch pipeline but also the largest 30-inch pipe can be filled with water and travelled through. The traversing of 90-degree bends with a bending radius of 1.5D can also be shown, as at least three to a maximum of six of the necessary bends are built into every pipeline.

One criterion for various inspection robots is that they can travel along pipelines ascending 30° or descending 30°. The approximately 30-metre long test route is also laid out for this criterion.

For traversing vertical pipeline sections INSPECTOR SYSTEMS has taken these pipelines via existing garage facilities and through a wall duct into the new works hall built in 2011 so that the test robots can be sent on the approximately 60 metre test run directly from the hall. Flange elements and T-pieces have been incorporated at various points in order to verify the deployment of the pipe robots in the most constricted of spatial conditions. In order to test the various inspection methods of the test robots it is also necessary to have available a pipe section in which various test reflectors are present. For this an interchangeable section with the documents faults is built into each pipeline diameter.

Conclusion: an impressive test route which can simulate all the customers' requirements including for future projects.

INSIGHT ist eine Kundeninformation von  
INSIGHT is a customer information brochure from:

INSPECTOR SYSTEMS  
Rainer Hitzel GmbH  
Johann-Friedrich-Böttgerstr. 19  
63322 Rödermark

Tel.: +49(0) 60 74/917 123-0  
Fax: +49 (0) 6074/917 123-9

e-mail: [info@inspectorsystems.de](mailto:info@inspectorsystems.de)  
web: [www.inspectorsystems.de](http://www.inspectorsystems.de)